

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(51) Int.Cl.⁸

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 01 B 11/24

K

G 06 T 7/20

9061-5H

G 06 F 15/70

410

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平6-312050

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(22)出願日 平成6年(1994)12月15日

(72)発明者 鈴木 隆夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電
装株式会社内

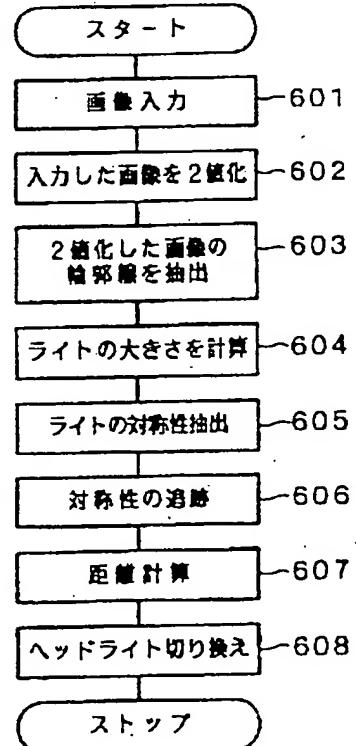
(74)代理人 弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】夜間用車両認識装置

(57)【要約】

【目的】街路灯等を誤認識することなく、夜間に他車の発する光を検知することにより他車を認識する。

【構成】本発明の夜間用車両認識装置が適用されたヘッドライト切り換え装置は、車両の前方画像が入力されると(ステップ601)、この画像を2値化し(ステップ602)輪郭線を抽出し(ステップ603)明るい部分(ライト)の大きさを求め(ステップ604)これに基づき対称性を持ったペアを抽出する(ステップ605)。所定時間後の画像においてこのペアの対称性を追跡し、追跡できたときには、そのライトは他車の光源として(ステップ606)車間距離を求め(ステップ607)車間距離が適度でなければ対向車であると判定し、ヘッドライトをロービームに切り替え(ステップ608)。従って、街路灯等を他車の光源と誤認識せず、適切にヘッドライトを切り換えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に搭載され、夜間において他車を検出する車両認識装置であって、

走行する上記車両の前方の画像を所定の画素に分割し、各画素について明るさを検知することにより縦横2次元の輝度情報として撮影する撮像手段と、

該撮像手段により撮影された輝度情報を明暗に基づいて2値化画像を生成する光源抽出手段と、

上記2値化画像を記憶するための画像記憶部と、

上記2値化画像を上記画像記憶部に格納する画像格納手段と、

上記画像格納手段によって、上記走行中の互いに異なる時刻に上記画像記憶部に格納された2個の上記2値化画像を比較することにより各光源の挙動を調べ、該各光源が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する車両認識手段とを備えることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項2】 請求項1に記載の夜間用車両認識装置において、

上記光源抽出手段により抽出された各光源の、画像中ににおける縦方向長さ及び横方向長さを算出する測定手段と、

該測定手段により算出された縦方向長さ及び横方向長さが略同じである2つの光源を光源対として抽出する光源対生成手段と、

該光源対生成手段により抽出された各光源対について、光源対をなす両光源間の画像上の距離及び／又は両光源を結ぶ線分の画像上の傾斜、を算出する算出手段とを更に設け、

上記車両認識手段が、

上記光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づき、2個の上記2値化画像間で対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定するものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項3】 請求項2に記載の夜間用車両認識装置において、

上記光源対生成手段が、

上記光源対の抽出を、まず一つの上記光源を抽出し、次に、該光源と結ぶ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内である、光源を検索することにより行なうものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項4】 請求項2又は請求項3に記載の夜間用車両認識装置において、

上記車両認識手段が、

光源対をなす両光源の中点位置を、該光源対の位置とし、

10

20

30

40

50

一方の上記2値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を設定し、

上記光源対の挙動を調べるために2つの上記2値化画像を比較する際に、上記長方形領域内の2値化画像のみから調べるものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【請求項5】 請求項2～請求項4にいずれか記載の夜間用車両認識装置において、

上記算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離を算出する車間距離算出手段を更に設け、

上記車両認識手段が、

他の車両の有する光源によるものと判定された光源対に対して、車間距離算出手段により算出された車間距離の変化に基づき、対向車の有する光源によるものであるか、先行車の有する光源によるものであるかを判定するものであることを特徴とする夜間用車両認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両に搭載されて、他の車両を夜間において検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 夜間に自動車を運転中、対向車とすれ違う際に、前照灯の角度を自動的に切り替える装置が提案されている。こうした装置においては対向車の接近を正しく検知する必要があるが、例えば、特開昭61-285153号には、車両の前方に受光素子を水平方向に並べ、各受光素子により検出された受光量のばらつきから対向車を検出する、という装置が示されている。この装置によれば、対向車が接近したときには、ヘッドライトに直面した受光素子は大量に受光するが、その受光素子から離れるほど照射方向と角度が付いて受光量が激減するので、各受光素子の受光量に大きなばらつきが生じる。これに対し、ガードレール等によって反射された自分の車のヘッドライトを受光したときは、受光量はほぼ一様となるので対向車を検出できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記装置によれば、街路灯や装飾灯を受光した場合にも受光量は大きなばらつきを呈し、街路灯等を対向車と誤認識してしまう。本発明は、この課題に鑑み、街路灯等を誤認識することなく、夜間に他車の発する光を認識することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するためになされた本発明の請求項1に記載の発明は、車両に搭載され、夜間において他車を検出する車両認識装置であって、走行する上記車両の前方の画像を所定の画素に分

割し、各画素について明るさを検知することにより縦横2次元の輝度情報として撮影する撮像手段と、該撮像手段により撮影された輝度情報を明暗に基づいて2値化画像を生成する光源抽出手段と、上記2値化画像を記憶するための画像記憶部と、上記2値化画像を上記画像記憶部に格納する画像格納手段と、上記画像格納手段によって、上記走行中の互いに異なる時刻に上記画像記憶部に格納された2個の上記2値化画像を比較することにより各光源の挙動を調べ、該各光源が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する車両認識手段とを備えることを特徴とする。

【0005】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の夜間用車両認識装置において、上記光源抽出手段により抽出された各光源の、画像中における縦方向長さ及び横方向長さを算出する測定手段と、該測定手段により算出された縦方向長さ及び横方向長さが略同じである2つの光源を光源対として抽出する光源対生成手段と、該光源対生成手段により抽出された各光源対について、光源対をなす両光源間の画像上の距離及び／又は両光源を結ぶ線分の画像上の傾斜、を算出する算出手段とを更に設け、上記車両認識手段が、上記光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づき、2個の上記2値化画像間で対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定するものであることを特徴とする。

【0006】更に、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の夜間用車両認識装置において、上記光源対生成手段が、上記光源対の抽出を、まず一つの上記光源を抽出し、次に、該光源と結んだ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内である、光源を検索することにより行なうものであることを特徴とする。

【0007】請求項4に記載の発明は、請求項2又は請求項3に記載の夜間用車両認識装置において、上記車両認識手段が、光源対をなす両光源の中点位置を、該光源対の位置とし、一方の上記2値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を設定し、上記光源対の挙動を調べるために2つの上記2値化画像を比較する際に、上記長方形領域内の2値化画像のみから調べるものであることを特徴とする。

【0008】請求項5に記載の発明は、請求項2～請求項4にいずれか記載の夜間用車両認識装置において、上記算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離を算出する車間距離算出手段を更に設け、上記車両認識手段が、他の車両の有する光源による

ものと判定された光源対に対して、車間距離算出手段により算出された車間距離の変化に基づき、対向車の有する光源によるものであるか、先行車の有する光源によるものであるかを判定するものであることを特徴とする。【0009】

【作用及び発明の効果】本願発明の請求項1に記載の夜間用車両認識装置は、撮像手段が、車両前方の画像を縦横2次元の輝度情報として撮影する。この輝度情報は、光源抽出手段によって明るい部分と暗い部分とに2値化されて2値化画像となり、画像格納手段によって、画像記憶部に格納されて行く。こうして格納されて行った2個の2値化画像を比較することにより、明るい部分（すなわち光源）の存否及び光源の挙動が得られる。この比較結果に基づき、車両認識手段によって、その光源が他の車両によるものであるか否かが判定される。

【0010】つまり、請求項1に記載の夜間用車両認識装置においては、車両前方の輝度情報を縦横2次元情報、すなわち平面の情報として取り込むので、その平面における光源の位置を、水平方向だけでなく垂直方向にも把握することができる。換言すると、受光素子を水平に並べた認識装置では、水平方向の位置が同じであるために同一視されてしまう複数の光源を、それらの垂直方向の位置の違いにより個々に把握することができる。

【0011】更に、画像格納手段が、光源抽出手段によって2値化画像となった上記輝度情報を画像記憶部に格納するので、異なる時刻に格納された2つの2値化画像を比較することにより光源の位置変化を調査することができる。この調査を車両認識手段がすることにより、その光源が車両によるものであるか否かを判定できる。この判定の方法としては例えば、以下のような方法が挙げられる。

【0012】すなわち、車両前方に存在する光源としては主に、対向車のヘッドライト、先行車のテールランプ、街路灯等がある。当該夜間用車両認識装置を搭載した車両に対するこれらの相対速度の大きさは、走行中においては一般に、対向車のヘッドライト、街路灯、先行車のテールランプの順序になるため、画像上におけるこれらの挙動の激しさの順序もこれと同じになる。従い、挙動の激しさ、すなわち光源の位置変化の大きさを評価することにより、これら3者を互いに判別できる。また、撮像手段が2次元の輝度情報として前方の画像を取り込んでいるため、光源の挙動だけでなく、光源の大きさ（例えば、縦方向長さ及び横方向長さ、又は面積等）も評価することができる。この大きさに基づいて同一画面における各光源の識別、或は上記2個の2値画像間ににおいて対応する光源の同一視等を行なうことができる。

【0013】また、請求項2に記載の夜間用車両認識装置においては、測定手段が、光源抽出手段により抽出された光源の、画像中における縦方向長さ及び横方向長さを算出する。そして光源対生成手段が、上記算出値の略

同じ2個の光源を光源対として抽出し、算出手段が、抽出された各光源対をなす両光源間の画像中における距離並びに両光源を結ぶ線分の傾斜を算出する。

【0014】車両認識手段は、光源対生成手段により抽出された各光源対について、算出手段により算出された上記距離並びに上記傾斜に基づいて、2個の上記2値化画像間で対応させることを試み、対応できたか否かによって該光源対が他の車両の有する光源によるものであるか否かを各々判定する。

【0015】つまり、請求項2に記載の夜間用車両認識装置においては、画像記憶部に格納された光源を対にしたものである光源対を単位としてその抽出するため、対をなさない街路灯等による光源を抽出対象から外し、以降の2値化画像間の対応を効率良く行なえる。その光源対が車両の光源によるものであれば、撮像された時刻が近接した2個の2値化画像においては、上記距離及び傾きは略等しいので、これら距離及び／若しくは傾きに基づいて2個の2値化画像間の対応を試みることにより、その光源対が車両の光源によるものであるか否かの判定を行なうことができる。

【0016】この対応を試みる際、両光源の距離のみについて対応を試みれば、不當に距離が長い（若しくは短い）光源対が、車両の光源によるものと判定されるのを防止でき、同じく傾きのみについて対応を試みれば不當に傾きの大きい光源対が、車両の光源によるものと判定されるのを防止でき、距離と傾き両方について対応を試みれば、距離と傾きの少なくとも一方が夫々上記のような不適な値を呈するすべての光源対を、判定対象から外すことができ、判定の信頼度が高まる。

【0017】更に、請求項3に記載の夜間用車両認識装置においては、光源対生成手段が、まず一つの光源を抽出し、次に該光源を基準として他方の光源を検索することにより光源対を抽出する。しかもこの検索は、基準とした光源と結んだ線分の傾きが略水平となり、且つ該光源からの距離が、上記測定部により測定された該光源についての縦方向長さ又は横方向長さに応じた値以内であるという条件の下に行なわれる。従い、2つの光源を結んだ線分の傾斜が車両の光源によるものとしては大き過ぎるもの、2つの光源の大きさに比して両光源間の距離が車両の光源によるものとしては大き過ぎるものは光源対として抽出されない。

【0018】つまり、請求項3に記載の夜間用車両認識装置においては、光源の検索を画像全体から行なわず、上記条件を満たす光源対のみが抽出されるため、車両の光源による光源対として不適切なものが排除され、抽出される光源対の数を絞ることができる。従って、光源対が抽出された後に2個の2値化画像間で試みられる光源対の対応も、効率よく行なうことができる。

【0019】また更に、請求項4に記載の夜間用車両認識装置においては、2個の2値化画像間において光源対

の対応を試みる際に、一方の上記2値化画像における光源対の位置を基準として該光源対をなす両光源間の距離に対応する縦横サイズの長方形領域を他方の2値化画像上の同じ位置に設定して、その領域内で上記基準とした光源対と対応する光源対を検索する。なお、光源対の位置は、該光源対をなす両光源位置の中点で代表する。

【0020】つまり、請求項4に記載の夜間用車両認識装置においては、光源対の位置が上記領域から外れるほど異なる光源対は検索の対象から排除され、その光源対が車両の光源によるものであるか否かの判定を、更に効率よく行なえ、しかも信頼性の高いものとすることができる。

【0021】請求項5に記載の夜間用車両認識装置においては、車間距離算出手段が、算出手段により算出された該光源対の光源間距離に基づき、該他の車両と当該夜間用車両認識装置の搭載された車両との距離、所謂車間距離を算出する。そして車両認識手段によって他の車両の有する光源によるものと判定された光源対に対して、2個の2値化画像間における車間距離の変化を求め、その光源対が対向車によるものか先行車によるものかを判定する。すなわち、この車間距離が縮まっていければ対向車の光源によるもの、殆ど変化がなければ先行車の光源によるもの、と判定する。

【0022】つまり、請求項5に記載の夜間用車両認識装置によれば、車間距離算出手段によって、車両によるものと判定された各光源対との車間距離が求められ、この距離の変化の様子から対向車と先行車とを判別することができる。

【0023】

【実施例】本発明の実施例を図面とともに説明する。図2は、本発明の夜間用車両認識装置を適用したヘッドライト角度自動切り換え装置1の全体の構成を示す概略構成図である。

【0024】ヘッドライト角度自動切り換え装置1は、車両3の前方画像5を撮影する本発明の撮像手段としてのカメラ11と、夜間車両認識を行なうECU13と、車両のヘッドライト15と、図示しないヘッドライト15の切り換えを行なうアクチュエータとからなる。

【0025】ECU13の内部構成を図3に示す。ECU13は、CPU21と、CPUバス23と、2値化しきい値発生回路25と、そのしきい値に基づいてカメラ11から入って来る映像信号27の2値化を行ない2値化画像を生成するコンバーラ29と、画像バス31と、2値化された画像を記憶する本発明の画像記憶部としての2値化画像メモリ33と、2値化された画像の輪郭線を抽出するための3×3フィルタ演算LSI35と、3×3フィルタ演算LSI35の演算用データを記憶する3×3フィルタデータROM37と、デジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)用のプログラムデータを記憶するRAM39と、デジタル・シグナル・プロセ

ッサ (D S P) 4 1 とからなる。

【0026】なお、ヘッドライト切り換え信号43は、C P Uバス23を介して図示しないヘッドライト切換部に送信され、この信号によりヘッドライト1うの走行ビーム、すれ違いビーム（図2参照）の切り換えを行なう。以下、本装置の行なう処理について図4のフローチャート及び図5の説明図を用いて説明する。なお、図4は、2値化画像メモリ33に格納された2値化画像が処理されて行く様子を視覚的に示したものである。この処理は、所定時間間隔の周知のタイマ割り込みにより起動されるものとする。

【0027】まずステップ601にて、画像入力を行なう。これは図2のカメラ11からの映像信号を図9の映像信号27に入力することである。次にステップ602にて、入力された画像を2値化する。これは図3のコンパレータ29の非反転側の入力端子に映像信号27を入力し、2値化しきい値発生回路25にて発生させた2値化しきい値信号45をコンパレータ29の反転側の入力端子に入力して2値化映像信号47を作り、この信号を画像バス31を通して2値化画像として2値化画像メモリ33に記憶する。すなわち、2値化しきい値発生回路25及びコンパレータ29が本発明の光源抽出手段に相当し、2値化画像メモリ33に記憶する部分が画像格納手段の行なう処理に相当する。この2値化画像が図5の画像101である。

【0028】次に、2値化された画像の輪郭線抽出をステップ603にて行なう。これは、図3の3×3フィルタ演算LSI35が2値化画像メモリ33に記憶された2値化画像を画像バス31を通してアクセスし、3×3フィルタデータROM37に記憶されたフィルタデータに基づいて2値化画像の輪郭線を抽出する。抽出された2値化画像の輪郭線画像は、画像バス31を通してD S P用RAM39に記憶される。この様子が図5の画像102であり、画像101の明るい部分が輪郭線に囲まれる。なお、この輪郭線で囲まれた部分（画像101においては明るい部分）は、対向車のヘッドライト、先行車のテールランプ、街路灯等であるが、以下、これらを総じて単にライトと呼ぶことにする。

【0029】次にステップ604にて、輪郭線画像からライトの大きさを計算する、本発明の測定手段としての処理を行なう。これは図3のD S P41がD S P用RAM39に記憶された輪郭線画像を処理することによって計算される。ライトの大きさとは図5の画像103に示すライトの縦長さ及び横長さのことである。これら縦長さ、横長さはD S P用RAM39に記憶させる。

【0030】次にステップ605にて、ライトの対称性抽出を行なう。これは図3のD S P用RAM39に記憶されたライトの縦長さ、横長さをもとにD S P41が計算するもので、本発明の光源対生成手段としての処理に相当する。この様子を図5の画像104に示す。

【0031】次にステップ606にて2個の2値化画像にわたる対称性の追跡を行なう。これは、本発明の車両認識手段が行なう光源対の対応を試みる処理に相当するものである。図3のD S P用RAM39に記憶されたペアのデータ（どのライトとどのライトがペアであるというデータ）をもとにD S P41が計算する。この様子を図5の画像105に示す。

【0032】次にステップ607にて、距離計算を行なう。この距離計算は、図5の画像106のように、対称となるペアの画像上の見かけの幅からこの画像を撮影したときに用いたレンズ系の倍率を考慮して逆算して行なう。なお、この方法では、ペアを画像上に作った車両のヘッドライト（又はテールランプ）の真の幅を知らない限り、正確な距離を求めることができないが、代表的な車両のヘッドライト（又はテールランプ）の幅を用いて逆算することにより、およその距離を求めることができる。ヘッドライトの切り換えを行なう本装置の場合には正確な距離は不要であるので、この方法でも実用に耐える。

【0033】次にステップ608にてヘッドライトの切り換えを行なう。ステップ607で計算されたおよその距離が一定値以下（たとえば100m）であれば対向車または先行車との車間距離が近いと判断してヘッドライトを走行ビームからすれ違いビームへ切り換え、本処理を終了する。

【0034】上記ステップ605における対称性の抽出について、その詳細を図6のフローチャート及びその処理内容を視覚的に示した図7に従って説明する。なお、ここでは説明を簡便にするために、基準となるライトをライト49（図7参照）一つにしてこれとペアになるライトを検索する処理に限って説明を行なう。

【0035】まず、ステップ701で各ライトの横方向長さLx（図7参照）と縦方向長さLy（図7参照）の大きいほうをしとする。続くステップ702では、ライト49とペアとなるライトの検索範囲の横方向を規定するものとして、検索範囲の幅を上記Lの値に応じて設定する。ここでは、この幅をしに比例定数Kをかけた長さK·Lとし、図7に示すようにライト49の中心位置の両側に振り分ける。なお、ライトの中心位置とは、各ライトの縦方向長さを2等分する直線と、同じく横方向長さを2等分する直線との交点とし以下、各ライトの位置は、この中心位置で代表するものとする。

【0036】次にステップ703にて、ライト49とペアとなるライトの検索範囲の縦方向を規定するものとして角度領域を定める。この角度領域とは、ペアとなるライトとライト49とを結んだ線分が略水平となるようにするもので、ライト49を中心として水平方向から上下に許容角度を設定することにより定められる。ここでは、図7に示すように上下へ8度ずつ、計16度の角度領域をライト49の左右両側に定める。こうして定めら

れた角度領域と、ステップ702で設定された検索範囲の横幅とにより、2つの三角形からなる検索範囲51a、51b(図7参照)ができる。

【0037】次にステップ704にて検索範囲51a、51b内に中心位置が位置するライトを抽出する。ここでは、図7ではライト49の検索範囲内に中心位置があるライト53が抽出される。ライト53が抽出されると、続くステップ705において、各ライトの横方向の大きさ、すなわちステップ604にて求めた横長さをチェックする。ライト49とライト53とが同じ車両の光源によるペアであれば、ライト49の横長さLxとライト53の横長さLx'(図7参照)とはほぼ等しいので、このチェックを行なうことによりそのペアが車両の光源によるものであるか否かを判定する。ここでは、比例定数KLrxmax、KLrxminを設定し、 $KLrxmax \cdot Lx \geq Lx' \geq KLrxmin \cdot Lx$ を満たすかどうかをチェックする。

【0038】次に、ステップ706にて、同様に各ライトの縦方向の大きさ、すなわち上記縦長さをチェックする。すなわち、ライト49の縦長さLyとライト53の縦長さLy'(図7参照)について、 $KLrymax \cdot Ly \geq Ly' \geq KLrymin \cdot Ly$ を満たすかどうかをチェックする(KLrymax、KLryminは比例定数)。

【0039】続いてステップ707では、他のライトの存在禁止領域を設定する。ライト49とライト53とが車両の光源によるペアとなると、これら2つのライトの間には第3のライトが位置することはない。そこで他のライトの存在禁止領域55(図7参照)を設定し、この領域に他のライトが存在するときは、ライト49とライト53とを光源対とは見なさない(ステップ708)。

【0040】以上のチェック項目をすべて満足したときに、ライト49とライト53を同一の車両の光源によるものの候補(以下、単にペアとなるライトという)として抽出し(ステップ709)、当該対称性の抽出処理を終了する。続いて、上記ステップ606における対称性の追跡について、その詳細を図8のフローチャート及びその処理内容を視覚的に示した図9に従って説明する。なお、対称性の追跡とは、上記ステップ605にて抽出された、ペアとなるライトが、次の画像59(図9参照)ではどこに移動したかを調べることである。次の画像59とは、上記ステップ601～ステップ603と同様の処理を行なって得られる2値化画像であり、対称性の抽出を行なった現画像57(図9参照)に対して、これまで列記した処理に要した時間分だけ後の画像となる。

【0041】まず、抽出されたペアとなるライトを特徴づける量として、2つのライトの中心位置間の画面上の距離W(図9参照)、及び同じく中心位置を結ぶ線分が画面上の水平線とのなす角θ(図9参照)を計算する(ステップ801)。また、この2つのライトについて

て、既に上記ステップ604にて測定されている縦方向長さ、横方向長さも、このペアの特徴を示す量とする。以下、このペアをなすライトの内、右側のライトの横方向長さをLrx、縦方向長さをLry、左側のライトの横方向長さをLlx、縦方向長さをLlyとする(いずれも図9参照)。つまりステップ801にて行なう処理は、本発明の算出手段の行なう処理に相当する。

【0042】次にステップ802にて、横方向検索範囲計算を行なう。これは、次の画像59において、抽出されたペアとなるライトに対応するライトを次の画像59において検索する際にその検索範囲の横方向サイズを規定するものである。そのペアが光源対であれば、幅Wが大きいペアほど次の画像59で大きく移動すると考えられるので、比例定数をKx'にして、次の画像59上で2つのライトの中点(x, y)を中心Kx'・Wを振り分け、横方向検索範囲とする。

【0043】続くステップ803では、ステップ802と同様にして、縦方向検索範囲計算を行なう。すなわち、比例定数をKy'にして、次の画像59上で中点(x, y)を中心Ky'・Wを振り分け、縦方向検索範囲とする。次にステップ804にて上下動、左右動を考慮して次の画像59の検索範囲を補正する。カメラ11を車両に搭載した場合、車両3のピッチ、ロールによって画面内の光源対の位置が画像ごとにずれると考えられる。そこで画像内のペアの上下動をΔy、左右動をΔxとして、新たにKx'・W+Δxを横方向検索範囲、Ky'・W+Δyを縦方向検索範囲とする。以上、ステップ802～ステップ804にて縦横両方向の検索範囲が設定されると、図9に示すような長方形の検索範囲61が生成される。

【0044】次にステップ805にて、次の画像59において検索範囲61に、2つのライトの中点位置が位置する次画面のペアを抽出する。例えば、図9では検索範囲61内の座標(x', y')に中点が位置するペアを抽出する。こうして抽出されたペアについて、特徴を表す量の抽出を行なう(ステップ806)。すなわち、ステップ801にて行なった処理と同様にして中心位置間の距離W'、傾きθ'(ともに図9参照)を算出し、また、右ライトの横方向長さLrx'、縦方向長さLry'、左ライトの横方向長さLlx'、縦方向長さLly'も同時に算出する(いずれも図9参照)。

【0045】次に、ステップ807にて右ライトの大きさチェックを行なう。次の画像59で抽出された中点位置(x', y')であるペアが、現画像57において中点位置(x, y)の光源対が移動したものであるとすれば、右ライトの大きさが急激に変化することはないと考えられる。例えば、横方向については比例定数をKLrxmax、KLrxminとして $KLrxmax \cdot Lrx \geq Lrx' \geq KLrxmin \cdot Lrx$ を満足するかをチェックし、縦方向についても同様に、許容範囲に入っているか否かをチェックする。

【0046】続いて左ライトの大きさチェックをステップ808にて行なう。これは、右ライトの大きさチェックと同様な考え方で、行なうもので、縦方向ならば、比例定数を K_{Lrymax} 、 K_{Lrymin} として $K_{Lrymax} \cdot Lry \geq Lry' \geq K_{Lrymin} \cdot Lry$ を満足するかをチェックし、横方向についても同様に許容範囲に入っているか否かをチェックする。

【0047】更にステップ809にてペアの傾きチェックを行なう。次の画像59で抽出された中点位置 (x', y') であるペアが、現画面で抽出された中点位置 (x, y) のペアが移動したものであるとすれば、ペアの傾きが急激に変化することはないと考えられる。そこで比例定数を $K_{\theta max}$ 、 $K_{\theta min}$ として $K_{\theta max} \cdot \theta \geq \theta' \geq K_{\theta min} \cdot \theta$ を満足するかをチェックする。

【0048】ステップ807～ステップ809のチェックをすべて満足したペアを同一の車両の光源によるペアとして選択し（ステップ810）、ライトの対称性の追跡を行なう本処理を終了する。以上、図4～図9に沿って説明してきた処理に従い、ヘッドライト15の切り換えを行なった例を図10に示す。対向車が接近しつつある状態では、すれ違いビームに切り換えられていたヘッドライトが、対向車が検知されなくなると走行ビームに切り換えられ、再び対向車が検知され、接近して来ると、当該認識装置が設置された車両との距離が約170mになった時点で再度、すれ違いビームに切り換えられる様子が示されている。

【0049】上記の方法によれば、ステップ601にて車両前方の明るさに関する情報が2次元データである画像として得られるため、その画像中に明るい部分を呈するライトの大きさをステップ604にて算出することができる。こうして算出されたライトの大きさが略同じになるように、ステップ705及びステップ706にてチェックするので、明るい部分の大きさが異なる街路灯、装飾灯等は排除される。

【0050】また、このペアにする際、基準となるライト49の大きさに基づき横方向の検索範囲を定めて（ステップ702）、もう一方のライトを検索するため、他車の光源によるものとしては2つのライトの間隔が広過ぎるもののが検索対象から排除され、検索が効率的にできる。

【0051】更に、2つのライトを結んだ線分の傾きが略水平となるよう、ステップ703にて角度領域を定めるため、他車の光源によるものとしては上記線分の傾きが大き過ぎるもののが排除され（ステップ705、706）、検索をより効率的に行なうことができる。従い、街路灯等によって画像中にできた明るい部分の大きさと他車のライトの大きさとが、偶然同じになつても、この検索範囲の設定によって排除される可能性が高い。

【0052】しかも、存在禁止領域55が設定されて（ステップ707）この領域に他の光源のあるものは排

除される（ステップ708）ため、既にこの段階において2つのライトが他車の光源によるものである可能性が極めて高い。この、他車の光源によるライトである可能性が極めて高いペアを、次の画像59において追跡し、その挙動を調べる（ステップ606）ため、ステップ605までの処理の後、街路灯等による明るい部分が、なお上記チェックを切り抜けて残っていたとしても、その挙動を調べることにより排除できる。

【0053】例えば、街路灯が画像中に作った明るい部分の大きさが他車のライトによる明るい部分の大きさと略等しく、そのライトとの距離も車両のヘッドライト又はテールランプの距離として妥当であり、且つそのライトと結んだときの線分の成す角が略水平であったという偶然が重なって、街路灯がペアをなすライトの片側として抽出されたとする。この場合にも、次の画像59において街路灯は、他車のライトとは全く異なる挙動を示すので、他車のライトと見なされることがない。全く異なる挙動とは、例えば、他車の光源によるペアは、次の画像59においても両光源の傾斜を略水平を保ちつつ、画像中を移動するのに対し、街路灯は車両とは異なる相対速度で移動しているために上記傾斜が徐々に大きくなる。従い、ステップ809におけるチェックに引っ掛けり、排除することができる。

【0054】次の画像59における光源対の追跡は、光源対をなす両ライトの中点位置を検索することにより行なうが、この検索を行なう際にも検索範囲61を定めるので、効率よく追跡を行なうことができる。すなわち、ステップ802及びステップ803にて夫々横方向及び縦方向の検索範囲61を光源対をなす両光源の距離Wに応じて定めるため、次の画像59における移動の許容範囲を、光源対の大きさに応じて設定でき、移動量の大き過ぎるものを検索対象から排除することができる。

【0055】しかもこの検索範囲61は、車両3のピッチ及びロールを考慮して左右動 Δx 及び上下動 Δy を含んだものとなっているため、車両3が揺れても検索できる。つまり、本ヘッドライト角度自動切り換え装置1によれば、車両3の前方の画像中におけるライトの大きさ、2つのライト間の距離、2つのライトを結んだ線分の水平度、及び2つのライトの挙動から、そのライトが他車のライトによるものであるか否かを判断するので、街路灯、装飾灯等を誤認識することができなく、ヘッドライト15が過度に切り換わるということがない。

【0056】以上、本発明の夜間用車両認識装置を適用したヘッドライト角度自動切り換え装置1について説明してきたが、本発明は上記適用例に限らず、様々な態様で実施し得る。例えば、上記実施例では本発明をヘッドライト角度自動切り換え装置1に適用したが、対向車の接近を知らせる装置に適用しても良い。すなわち、対向車の接近を感知すると、運転者に音等で知らせ、注意を促す装置を構成することができる。このような装置によ

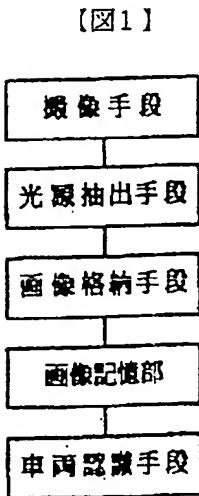
れば、夜間の運転をより安全に行なうことができる。【0057】また、先行車との車間距離を検知し、近づき過ぎると、やはり音等で運転者に知らせ、注意を促す装置を構成することができる。このような装置によれば、夜間の運転をより安全に行なうことができる。更に、対称となるペアの画面上の見かけの幅 ($L_{1x}/2$) + W + ($L_{rx}/2$) を W_c とすれば W_c の単位時間あたりの変化率 dW_c/dt はカメラの撮影位置からのペアの相対速度に比例する。従って、カメラ系の倍率によって決まる比例定数を K_w とすると $K_w \cdot dW_c/dt$ は、カメラの設置位置から計測される車両の速度になる。これを使って夜間の車両速度計測装置に使うことができる。

【0058】上記実施例では、ペアとなるライトの追跡を行なうための次の画像 59 を改めて入力すると説明したが、このような方法によらず、画像入力は上記ステップ 601 に相当する処理のみで行なっても良い。この場合、例えば最初にとられた画像に関しては対称性の追跡を行なわず、以降の画像に関しては前回入力された画像と比較し、対称性の追跡を行なうようにすれば良い。

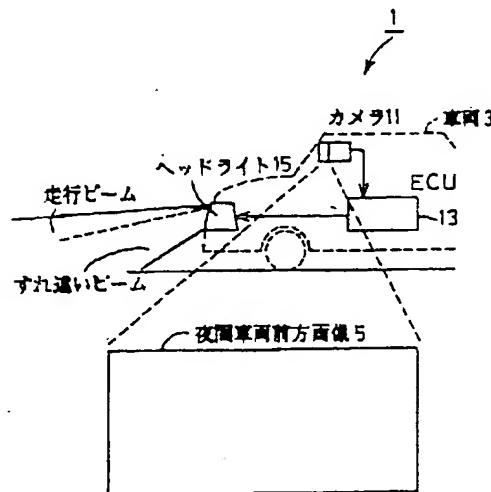
【0059】また、ステップ 807～ステップ 809 の処理で抽出されたペアのチェックを行なうが、更に加えて、ペアをなす光源間の距離のチェックを行なっても良い。例えば、この距離を W' 、比例定数を K_{Wmax} 、 K_{Wmin} として $K_{Wmax} \cdot W \geq W' \geq K_{Wmin} \cdot W$ を満足するかをチェックする。このようにすると、ステップ 807 ～ステップ 809 のチェックを満たすが、車両による光源にしては W' が広すぎるものを誤検出することがなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の夜間用車両認識装置を例示するプロ



【図2】



ック対応図である。

【図2】 本発明の実施例であるヘッドライト角度自動切り換え装置1の全体の構成を示す概略構成図である。

【図3】 実施例のECU13の内部構成を示す説明図である。

【図4】 実施例のECU13が行なう処理を示すフローチャートである。

【図5】 実施例のECU13が行なう処理によって、2値化画像メモリ33に格納された2値化画像が変化していく様子を視覚的に示した説明図である。

【図6】 実施例における、ライトの対称性抽出処理を示すフローチャートである。

【図7】 実施例における、対称性の抽出処理に関する説明図である。

【図8】 実施例における、対称性の追跡処理を示すフローチャートである。

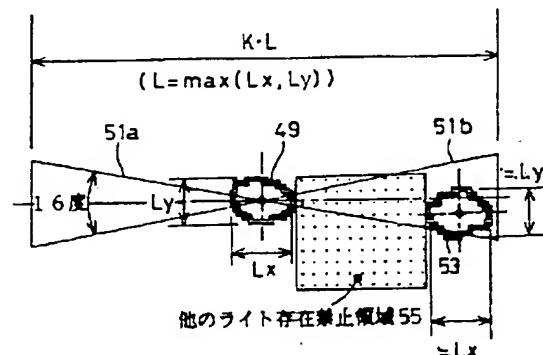
【図9】 実施例における、対称性の追跡処理に関する説明図である。

【図10】 実施例のヘッドライト角度自動切り換え装置1によって、対向車が検知される様子とヘッドライト15が切り換えられる様子とを例示するグラフである。

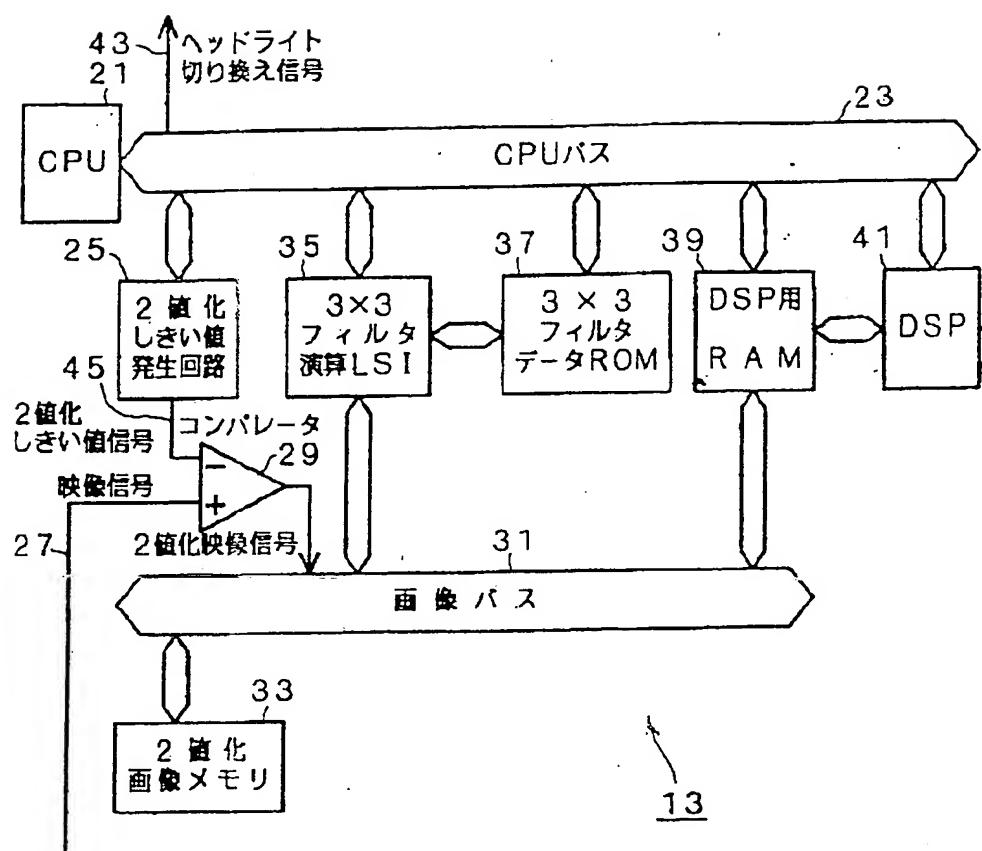
【符号の説明】

1…ヘッドライト角度自動切り換え装置	3…車両
5…前方画像	11…カメラ
15…ヘッドライト	21…CPU
16…走行ビーム	33…2値化画像メモリ
49…基準となるライト	51a、51b…検索範囲
53…検索されたライト	55…存在禁止領域
57…現画像	59…次の画像
61…検索範囲	101～106…画像

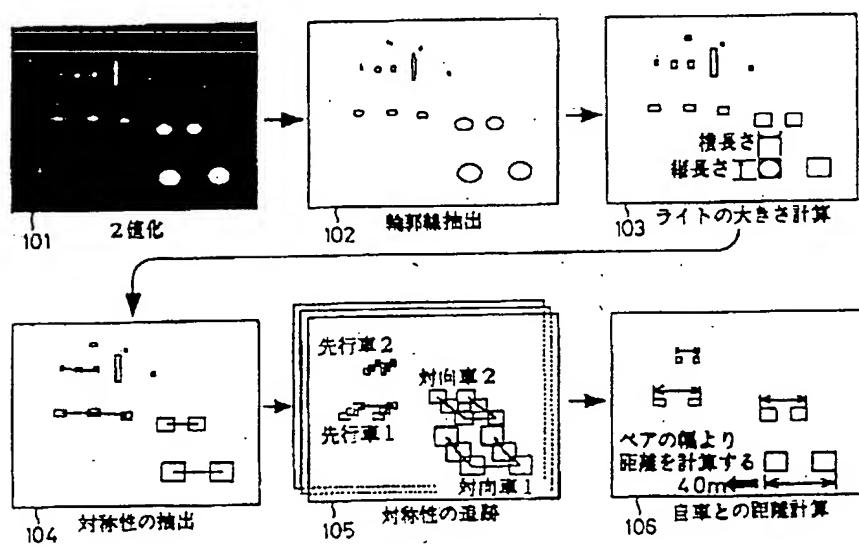
【図7】



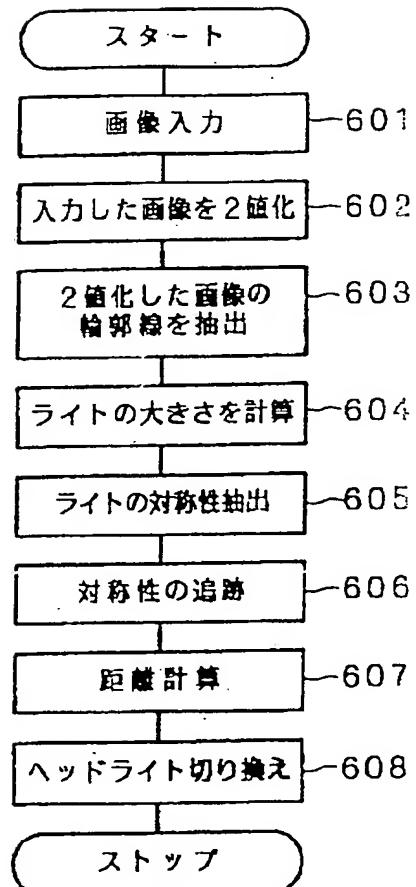
【図3】



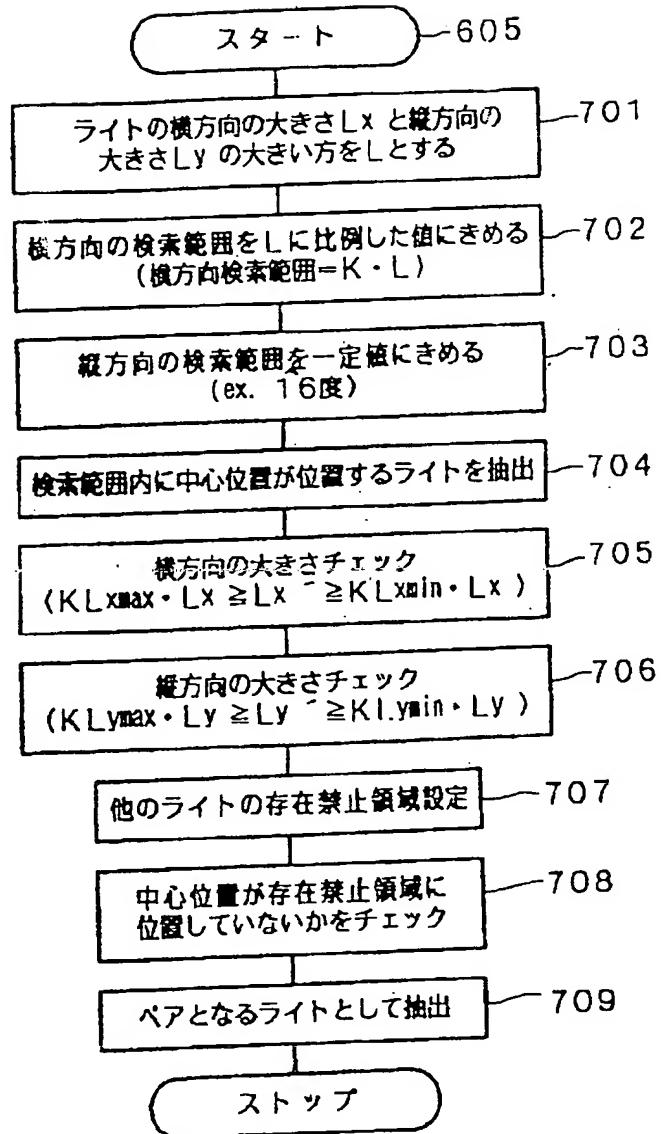
【図5】



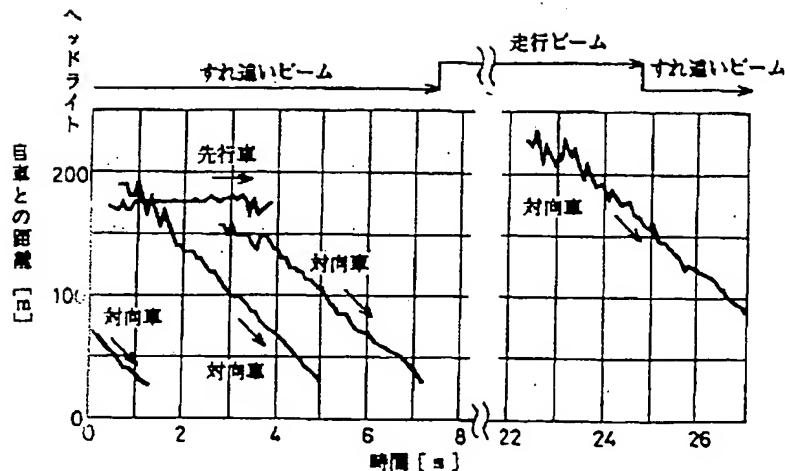
【図4】



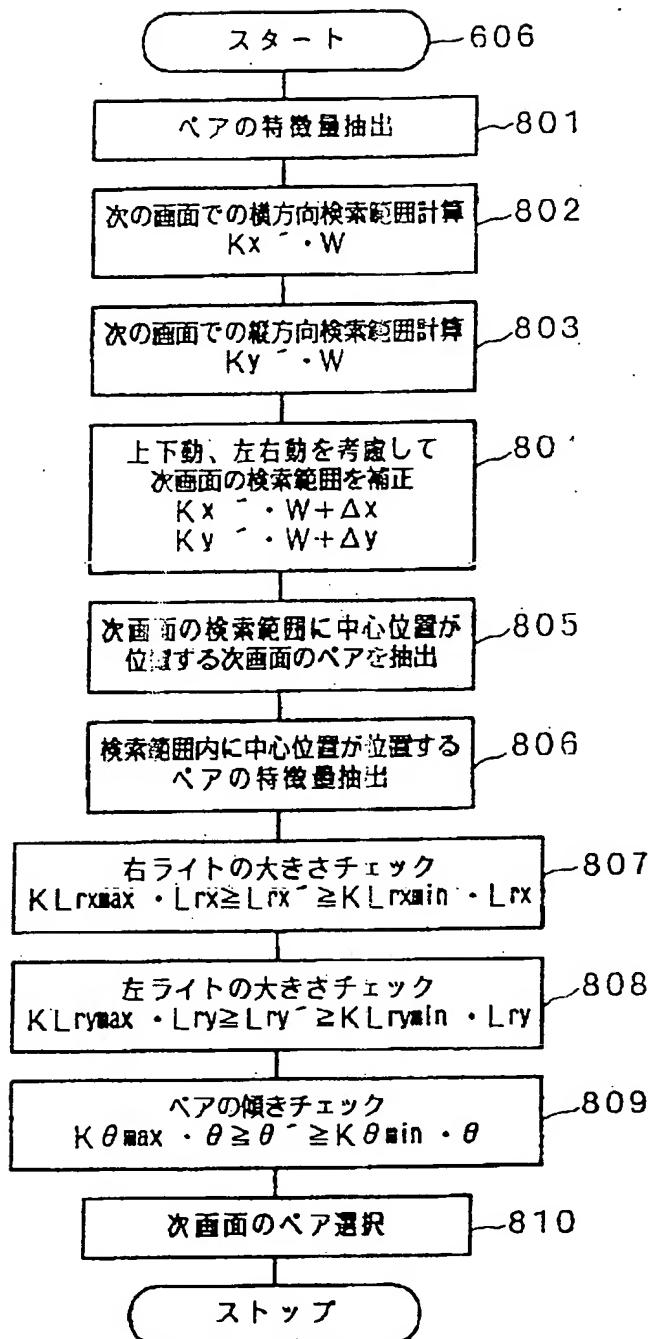
【図6】



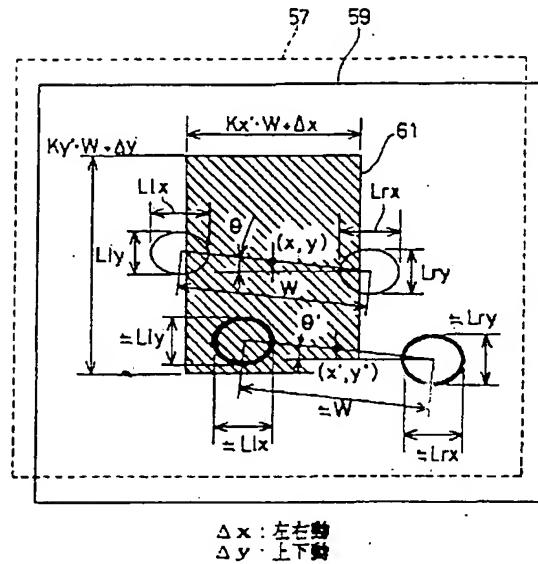
【図10】



【図8】



【図9】



Job No. TOT-GENT-2074J

19. Japan Patent Office (JP) 11. Patent Application Laid-open No.
12. Japan Laid-open Patent Gazette (A) Heisei 8-166221 (1996)

51. Int. Cl. ⁵ G 01 B G 06 T	11/24 7/20	ID Code K	Internal Reference No.	43. Patent Laid-open Date: June 25, 1996 (Heisei 8)
				Place for Technology Labeling
		9061-5H	G06F 15/70 Request for Attached / Examination: Not Requested	410 Number of Claims: 5 (Total 11 pages)

21. Application No.	Heisei 6-312056
22. Date of Filing	December 15, 1994 (Heisei 6)
71. Applicant	000004260 Nippondenso Co., Ltd. 1-14, Showamachi, Kariya-shi, Aichi-ken
72. Inventor	Takao Suzuki Nippondenso Co., Ltd. 1-14, Showamachi, Kariya-shi, Aichi-ken
74. Agent	Patent Attorney, Tsutomu Adachi
54. Nighttime vehicle recognition device	

57. [Abstract]

[Purpose] To recognize other vehicles at night by detecting the lights emitted by them without erroneously recognizing street lights, etc.

[Composition] When an image ahead of a vehicle is input (Step 601), the headlight switching device to which the nighttime vehicle recognition device according to the invention has been applied converts this image into binary data (Step 602), extracts outlines (Step 603), determines the sizes of bright areas (lights) (Step 604), and based on this information, extracts a pair having symmetry (Step 605). In the image captured after a predetermined time, the symmetry of this pair is tracked. If it can be tracked, the lights are judged to be from light sources on another vehicle (Step 606) and the distance from that vehicle is determined (Step 607); and if the distance from that vehicle is decreasing, the other vehicle is judged to be oncoming, and the headlights are switched to the low beam (Step 608). Therefore, the headlights can be switched properly without recognizing street lights, etc. as light sources on other vehicles.



InterLingua
(310)792-3636/Fax(310)792-3642

(START)

[Inputs an image.] -- 601

[Converts the input image into binary data.] -- 602

[Extracts the outline of the image that has been converted into binary data.] -- 603

[Computes light size.] -- 604

[Extracts light symmetry.] -- 605

[Tracks symmetry.] -- 606

[Computes distance.] -- 607

[Switches headlights.] -- 608

(STOP)

[Claims]

[Claim 1] A nighttime vehicle recognition device that is installed in a vehicle and that detects other vehicles at night, provided with

an image-capturing means that captures the image ahead of the aforementioned vehicle when it is moving, as horizontal and vertical two-dimensional brightness information by dividing it into predetermined pixels and by detecting the brightness of each pixel;

a light source extraction means that generates binary images based on the brightness information captured by said image-capturing means;

an image storage area for storing the aforementioned binary images;

an image storage means for storing the aforementioned binary images in the aforementioned image storage area; and

a vehicle recognition means that examines the behavior of each light source and determines whether or not said each light source belongs to another vehicle, by comparing the aforementioned two binary images stored in the aforementioned image storage area by the aforementioned image storage means at different times while the vehicle is moving.

[Claim 2] A nighttime vehicle recognition device according to Claim 1, further provided with

a measurement means that computes the horizontal-direction length and vertical-direction length, inside the image, of each light source extracted by the aforementioned light source extraction means;

a light source pair generation means that extracts two light sources whose horizontal-direction length and vertical-direction length, computed by said measurement means, are approximately equal, as a light source pair; and

a computation means that computes the distance in the image, of the two light sources comprising the light source pair and/or the slope in the image, of the line segment connecting the two light sources, for each of the light source pairs extracted by said light source pair generation means; wherein

the aforementioned vehicle recognition means

tries to match two aforementioned binary images based on the aforementioned distance and slope computed by the computation means, for the individual light source pairs extracted by said light source pair generation means, and determines whether or not said light source pair is coming from light sources on another vehicle depending on whether or not matching can be established.

[Claim 3] A nighttime vehicle recognition device according to Claim 2 wherein

the aforementioned light source pair generation means

extracts the aforementioned light sources by first extracting one of the aforementioned light sources, and next by searching for a second light source that satisfies the conditions that the slope of the line segment connecting said second light source to said first light source is approximately horizontal and also that the distance from said second light source to said first light source is within the value that corresponds to the vertical-direction length or horizontal-direction length measured by the aforementioned measurement area for said first light source.

[Claim 4] A nighttime vehicle recognition device according to Claim 2 or 3 wherein

the aforementioned vehicle recognition means

treats the mid-position between the two light sources comprising the light source pair as the position of said light source pair;

sets up a rectangular area having the vertical and horizontal sizes that correspond to the distance between the two light sources comprising said light source pair, using the position of the light source pair in one of the aforementioned binary images as the reference; and

uses only the binary images inside the aforementioned rectangular area when comparing the aforementioned two binary images in order to examine the behavior of the aforementioned light source pair.

[Claim 5] Any of the nighttime vehicle recognition devices according to Claims 2 through 4, further provided with

an inter-vehicle distance computation means that computes the distance between said other vehicle and the vehicle on which said nighttime vehicle recognition device is installed, based on the distance between the light sources in said light source pair computed by the aforementioned computation means, wherein

the aforementioned vehicle recognition means determines

whether or not the light source pair judged to be from light sources on another vehicle belongs to an oncoming vehicle or the preceding vehicle, based on the change in the inter-vehicle distance computed by the inter-vehicle distance computation means.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[Detailed explanation of the invention]

[0001]

[Industrial field of application] This invention relates to a device that is installed in a vehicle and that detects other vehicles at night.

[0002]

[Prior art] Devices have been suggested that automatically switch the angles of headlights at night when an oncoming vehicle is passing by. In such devices, the approach of the oncoming vehicle must be accurately detected. For example, JP Sho. 61-285153 shows a device that has light-receiving elements arranged horizontally on the front of a vehicle, and that detects an oncoming vehicle based on the variability among the amounts of light detected by the individual light-receiving elements. According to this device, when the oncoming vehicle comes closer, the light-receiving element that is squarely facing the other vehicle's headlights receives a large amount of light. On the other hand, those light-receiving elements that are farther from said light-receiving element receive significantly less light since they have larger angles relative to the illumination angle of the light, thus creating substantial variability among the amounts of light detected by the individual light-receiving elements. In contrast, when the light-receiving elements receive the light from the vehicle's own headlights reflected from guardrail, etc., the amounts of light received by the individual light-receiving elements are nearly uniform, and therefore an oncoming vehicle can be detected.

[0003]

[Problems that the invention is to solve] However, according to the aforementioned device, the amounts of light received will vary greatly also when the light is coming from streetlights, decorative lights, etc., thus erroneously recognizing streetlights, etc. as other vehicles. In view of this problem, the objective of the present invention is to recognize the light emitted by other vehicles at night without recognizing street lights, etc.

[0004]

[Means of solving the problem] The invention described in Claim 1 of the present invention developed in order to solve the aforementioned problem is a vehicle recognition device that is installed in a vehicle and that detects other vehicles at night, provided with an image-capturing means that captures the image ahead of the aforementioned vehicle when it is moving, as horizontal and vertical two-dimensional brightness information by dividing it into predetermined pixels and by detecting the brightness of each pixel; a light source extraction means that generates binary images based on the brightness information captured by said image-capturing means; an image storage area for storing the aforementioned binary images; an image storage means for storing the aforementioned binary images in the aforementioned image storage area; and a vehicle recognition means that examines the behavior of each light source and determines whether or not said each light source belongs to another vehicle, by comparing the aforementioned two binary images stored in the aforementioned image storage area by the aforementioned image storage means at different times while the vehicle is moving.

[0005] The invention according to Claim 2 is the nighttime vehicle recognition device according to Claim 1, further provided with a measurement means that computes the horizontal-direction length and vertical-direction length, inside the image, of each light source extracted by the aforementioned light source extraction means; a light source pair generation means that extracts two light sources whose horizontal-direction length and vertical-direction length, computed by said measurement means, are approximately equal, as a light source pair; and a computation means that computes the distance in the image, of the two light sources comprising the light source pair and/or the slope in the image, of the line segment connecting the two light sources, for each of the light source pairs extracted by said light source pair generation means; wherein the aforementioned vehicle recognition means tries to match two aforementioned binary images based on the aforementioned distance and slope computed by the computation means, for the individual light source pairs extracted by said light source pair generation means, and determines whether or not said light source pair is coming from light sources on another vehicle depending on whether or not matching can be established.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[0006] The invention according to Claim 3 is the nighttime vehicle recognition device according to Claim 2 wherein the aforementioned light source pair generation means extracts the aforementioned light sources by first extracting one of the aforementioned light sources, and next by searching for a second light source that satisfies the conditions that the slope of the line segment connecting said second light source to said first light source is approximately horizontal and also that the distance from said second light source to said first light source is within the value that corresponds to the vertical-direction length or horizontal-direction length measured by the aforementioned measurement area for said first light source.

[0007] The invention according to Claim 4 is the nighttime vehicle recognition device according to Claim 2 or 3 wherein the aforementioned vehicle recognition means treats the mid-position between the two light sources comprising the light source pair as the position of said light source pair; sets up a rectangular area having the vertical and horizontal sizes that correspond to the distance between the two light sources comprising said light source pair, using the position of the light source pair in one of the aforementioned binary images as the reference; and uses only the binary images inside the aforementioned rectangular area when comparing the aforementioned two binary images in order to examine the behavior of the aforementioned light source pair.

[0008] The invention according to Claim 5 is a nighttime vehicle recognition device according to any of Claims 2 through 4, that is further provided with an inter-vehicle distance computation means that computes the distance between said other vehicle and the vehicle on which said nighttime vehicle recognition device is installed, based on the distance between the light sources in said light source pair computed by the aforementioned computation means, wherein said vehicle recognition means determines whether or not the light source pair judged to be from light sources on another vehicle belongs to an oncoming vehicle or the preceding vehicle, based on the change in the inter-vehicle distance computed by the inter-vehicle distance computation means.

[0009]

[Operation and effects of the invention] In the nighttime vehicle recognition device described in Claim 1, an image-capturing means captures the image ahead of the vehicle as vertical-horizontal two-dimensional brightness information. This brightness information becomes a binary image after being separated into bright areas and dark areas by a light source extraction means, and is stored in an image storage area by an image storage means. By comparing two such binary images that have been stored in this way, it is possible to determine whether or not bright areas (i.e., light sources) exist and their behaviors. Based on this comparison result, the vehicle recognition means can determine whether or not the light source belongs to another vehicle.

[0010] That is, because the nighttime vehicle recognition device described in Claim 1 takes in the brightness information that is ahead of the vehicle as vertical-horizontal 2-dimensional information, i.e., plane information, it can recognize the position of the light source within that plane in both the horizontal and vertical directions. In other words, multiple light sources that would be interpreted by a device having light-receiving elements arranged horizontally as being the same because their positions in the horizontal direction are identical, can be individually recognized because of the differences in their positions in the vertical direction.

[0011] Moreover, because the image storage means stores the aforementioned brightness information that has been converted into a binary image by the light source extraction means in the image storage area, positional changes in light sources can be examined by comparing two binary images that are stored at different times. By performing this examination, the vehicle recognition means can determine whether or not the light source belongs to a vehicle. For the determination method, a method such as that described below can be used, for example.

[0012] That is, light sources that exist ahead of a vehicle mainly include the headlights of oncoming vehicles, the tail lamps of the preceding vehicles, streetlights, etc. The speed of each of these light sources relative to a vehicle equipped with said nighttime vehicle recognition device when the vehicle is moving, is normally the greatest for the headlights of the oncoming vehicles, followed by streetlights and the tail lamps of the preceding vehicles, in that order, and consequently, the severity of their behaviors in the image also follows the same order. Therefore, by evaluating the severity of their behaviors, i.e., the magnitudes of positional changes in these light sources, these three types of light sources can be differentiated from each other. Furthermore, because the image-capturing means has taken in the image



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

ahead as 2-dimensional brightness information, not only the behaviors of the light sources but also light source sizes (e.g., vertical-direction length and horizontal-direction length, or area, etc.) can be evaluated. Based on these sizes, individual light sources can be differentiated from each other on the same screen, or corresponding light sources can be identified to be the same between the aforementioned two binary images.

[0013] In the nighttime vehicle recognition device described in Claim 2, the measurement means computes the vertical-direction length and the horizontal-direction length inside the image, of the light sources extracted by the light source extraction means. Then, the light source pair generation means extracts two light sources having approximately the same values as the aforementioned computed values as a light source pair, and the computation means computes the distance between the two light sources comprising each of the extracted light source pairs and the slope of the line segment connecting the two light sources, inside the image.

[0014] The vehicle recognition means tries to match the aforementioned two binary images based on the aforementioned distance and slope computed by the computation means, for the individual light source pairs extracted by said light source pair generation means, and determines whether or not said light source pair is coming from light sources on another vehicle depending on whether or not matching can be established.

[0015] That is, in the nighttime vehicle recognition device described in Claim 2, the light sources stored in the image storage area are extracted as pairs, and therefore, those light sources that do not make up a pair, such as streetlights, are excluded from extraction targets, making the process of matching between binary images more efficient. If a light source pair belongs to a vehicle, the aforementioned distance and slope should remain roughly the same between two binary screens [sic] taken within a short interval of time, and therefore, by trying to match two binary screens [sic] based on these distances and/or slopes, it is possible to determine whether or not the light source pair belongs to a vehicle.

[0016] During said matching attempt, using only the distances between light source pairs can prevent light source pairs having excessively long (or short) distances from being judged to be light source pairs belonging to vehicles. Likewise, using only the slopes can prevent light source pairs having excessively large slopes from being judged to be light source pairs belonging to vehicles. Using both distance and slope can exclude all light source pairs exhibiting at least one of the aforementioned inappropriate values from the determination targets, thus improving the determination reliability.

[0017] Furthermore, in the nighttime vehicle recognition device described in Claim 3, the light source pair generation means extracts a light source pair by first extracting a light source, and next by searching a second light source using said first light source as the reference. Moreover, this search is performed under conditions that the slope of the line segment connecting said second light source to the light source being used as the reference is approximately horizontal and that the distance from said second light source to said first light source is within the value that corresponds to the vertical-direction length or horizontal-direction length measured by the aforementioned measurement area for said first light source. Therefore, those light sources for which the slope of the line segment connecting two light sources is too large for light sources belonging to a vehicle and for which the distance between two light sources is too large for the light sources to belong to a vehicle compared to the sizes of the two light sources, are not extracted as light source pairs.

[0018] That is, in the nighttime vehicle recognition device described in Claim 3, only those light sources satisfying the aforementioned conditions are extracted during light source search instead of searching for light sources from the entire image, and therefore those light sources that are inappropriate as light sources on vehicles are excluded, thus reducing the number of light source pairs to be extracted. Consequently, matching of light sources that is attempted between two binary screens after light source pairs have been extracted, can be performed more efficiently.

[0019] Furthermore, when checking the match between a light source pair in two binary images, the nighttime vehicle recognition device described in Claim 4 sets up a rectangular area having the vertical and horizontal sizes that correspond to the distance between the two light sources comprising said light source pair, in the same position on the other binary image, using the position of the light source pair in one of the aforementioned binary images as the reference, and searches for a light source pair that corresponds to the aforementioned reference light source pair. Note that the position of a light source pair is represented by the mid-position between the two light sources comprising the light source pair.

[0020] That is, in the nighttime vehicle recognition device described in Claim 4, light source pairs whose positions are different enough to be outside the aforementioned area are excluded from search targets, and therefore determination of whether or not a light source pair belongs to a vehicle can be performed even more efficiently and reliably.

[0021] In the nighttime vehicle recognition device described in Claim 5, the inter-vehicle distance computation means computes the distance between said other vehicle and the vehicle on which said nighttime vehicle recognition device is installed, i.e., the so-called inter-vehicle distance, based on the distance between the light sources in said light source pair computed by the computation means. The change in the inter-vehicle distance between two binary screens is then determined for the light source pair judged to be from light sources on another vehicle by the vehicle recognition device, and whether or not that light source pair belongs to an oncoming vehicle or the preceding vehicle. That is, if this distance is shrinking, the light source is judged to belong to an oncoming vehicle; and if this distance does not change much, the light source is judged to belong to a preceding vehicle.

[0022] In other words, according to the nighttime vehicle recognition device described in Claim 5, the inter-vehicle distance computation means determines the distance to each light source pair judged to belong to another vehicle, and thus an oncoming vehicle can be differentiated from a preceding vehicle based on the change in this distance.

[0023]

[Working example] A working example of the invention will be explained with references to drawings. Figure 2 is a schematic configuration diagram showing the overall configuration of a headlight angle automatic switching device 1 to which the nighttime vehicle recognition device according to the invention has been applied.

[0024] Headlight angle automatic switching device 1 consists of a camera 11 which acts as the image-capturing means of the invention for capturing the image 5 ahead of vehicle 3, ECU 13 which performs nighttime vehicle recognition, vehicle headlights 15, and actuators (not shown in the figure) which switch headlights 15.

[0025] Figure 3 shows the internal configuration of ECU 13. ECU 13 consists of a CPU 21, a CPU bus 23, a binary threshold value generation circuit 25, a comparator 29 which converts an image signal 27 coming from camera 11 into binary data based on the threshold value and generates a binary image, an image bus 31, binary image memory 33 which acts as the image storage area of the invention for storing binary images, 3 x 3 filter operation LSIs 35 for extracting the outlines of the binary images, 3 x 3 filter data ROM 37 for storing the computation data for 3 x 3 filter operation LSIs 35, RAM 39 for storing the program data for a digital signal processor (DSP), and a digital signal processor (DSP) 41.

[0026] Note that headlight switching signal 43 is sent to a headlight switching area (not shown in the figure) via CPU bus 23, and this signal is used for switching between the main beam and the low beam (see Figure 2). The processing performed by this device will be explained using the flow chart in Figure 4 and the diagram in Figure 5. Note that Figure 4 visually illustrates how a binary image stored in binary image memory 33 is processed. This process is started by a known timer interrupt with a predetermined time interval.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[0027] First, an image is input in Step 601. In other words, an image signal from camera 11 in Figure 2 is input as picture signal 27 in Figure 9. Next, the input image is converted into binary data in Step 602. This is accomplished by inputting picture signal 27 into the input pin on the non-inverting side of comparator 29 in Figure 3, by creating binary picture signal 47 by inputting binary threshold value signal 45 generated by binary threshold value generation circuit 25 into the inverting side of comparator 29, and by storing this signal as a binary image in binary image memory 33 via image bus 31. That is, binary threshold value generation circuit 25 and comparator 29 correspond to the light source extraction means of the invention, and the step of storing signals in binary image memory 33 corresponds to the processing performed by the image storage means. This binary image is shown as image 101 in Figure 5.

[0028] Next, the outlines of the binary images are extracted in Step 603. This is accomplished by having 3 x 3 filter operation LSIs 35 in Figure 3 access via image bus 31, the binary images stored in binary image memory 33, and extract the outlines of the binary images based on the filter data stored in 3 x 3 filter data ROM 37. The outline images of the extracted binary images are stored in RAM 39 for DSP via image bus 31. These outline images are shown as image 102 in Figure 5, and the bright areas in image 101 are surrounded by outlines. Note that these areas surrounded by outlines (i.e., the bright areas in image 101) indicate headlights of oncoming vehicles, tail lamps of preceding vehicles, streetlights, etc., which will hereafter be summarily referred to as "lights."

[0029] Next, computation of light sizes based on the outline images, i.e., the processing by the measurement means of the invention, is performed in Step 604. This is computed by having DSP 41 in Figure 3 process the outline images stored in RAM 39 for DSP. That is, light sizes and vertical and horizontal lengths shown in image 103 in Figure 5 are computed. These vertical and horizontal lengths are stored in RAM 39 for DSP.

[0030] Next, light symmetry is extracted in Step 605. This is computed by DSP 41 based on the vertical and horizontal lengths stored in RAM 39 for DSP in Figure 3, which corresponds to the processing by the light source pair generation means of the invention. This is illustrated in image 104 in Figure 5.

[0031] Next, symmetry is tracked over two binary images in Step 606. This corresponds to the process of attempting to match light source pairs performed by the vehicle recognition device of the invention. This is computed by DSP 41 based on the pairing data stored in RAM 39 for DSP in Figure 3 (i.e., data indicating which light is paired up with which light). This is illustrated in image 105 in Figure 5.

[0032] Next, distance computation is performed in Step 607. This is back-calculated from the apparent width of a symmetric pair in the image by taking into consideration the magnification of the lens system used for taking the image. With this method, an accurate distance cannot be determined unless the true width of the headlights (or tail lamps) of the vehicle that produced the pair in the image is known. However, by back-calculating using the width of representative headlights (or tail lamps), an approximate distance can be determined. This method is sufficiently practical since the device for switching headlights does not require accurate distances.

[0033] Next, headlights are switched in Step 608. If the approximate distance computed in Step 607 is equal to or shorter than a predetermined value (e.g., 100 m), the distance to an oncoming vehicle or the preceding vehicle is judged to be short, and the headlights are switched from the main beam to the low beam, and the process is finished.

[0034] The details of symmetry extraction in the aforementioned Step 605 will be explained using the flow chart in Figure 6 and Figure 7 which visually illustrates the processing content. Note that, in order to simplify the explanation, light 49 (see Figure 7) only is used as the reference light, and the explanation will be limited to the process of searching for a light that forms a pair with light 49.

[0035] First, in Step 701, the larger of the horizontal-direction length L_x (see Figure 7) or the vertical-direction length L_y (see Figure 7) of each light is designated as L . In the succeeding Step 702, the horizontal direction of the search range for the light that forms a pair with light 49 is specified, and the width of the search range is set in correspondence to the value of the aforementioned L . Here, this width is set to $K \cdot L$ by multiplying L by a proportional constant K , and is allocated to both sides of the center position of light 49 as shown in Figure 7. Note that the center position of a light is defined as the intersection between the line bisecting the vertical-direction length of the light and the line bisecting the horizontal-direction length of the light, and the position of each light is represented by this center position.

[0036] Next, in Step 703, an angle area is determined in order to specify the vertical direction of the search range for the light that forms a pair with light 49. This angle area is selected so as to make the line segment connecting light 49 with the pairing light approximately horizontal, and is determined by specifying up and down angle tolerances from the horizontal direction with light 49 at the center. Here, as shown in Figure 7, an angle areas of 8 degrees up and down, i.e., a total of 16 degrees, are specified on both the left and right sides of light 49. Angle areas thus determined and the search range specified in Step 702 produce two search ranges 51a and 51b (see Figure 7) consisting of triangles.

[0037] Next, in Step 704, lights whose center positions are located inside search ranges 51a and 51b are extracted. Here, in Figure 7, light 53 whose center position is located inside the search range of light 49 is extracted. When light 53 has been extracted, the succeeding Step 705 checks each light's horizontal-direction size, i.e., the horizontal length determined in Step 604. If light 49 and light 53 are a pair coming from light sources on the same vehicle, the horizontal length L_x of light 49 and the horizontal length L_x' of light 53 (see Figure 7) should be nearly identical, and therefore this checking can determine whether or not the pair is from light sources on a vehicle. Here, proportional constants K_{Lrxmax} and K_{Lrxmin} are set up, and whether or not $K_{Lrxmax} \cdot L_x \geq L_x' \geq K_{Lrxmin} \cdot L_x$ is satisfied is checked.

[0038] Next, each light's vertical-direction size, i.e., the aforementioned vertical length, is checked in the same way in Step 706. That is, for the vertical length L_y of light 49 and the vertical length L_y' of light 53 (see Figure 7), whether or not $K_{Lrymax} \cdot L_y \geq L_y' \geq K_{Lrymin} \cdot L_y$ is satisfied is checked (where K_{Lrymax} and K_{Lrymin} are proportional constants).

[0039] Next, an other light presence prohibition area is set up in Step 707. If light 49 and light 53 are a pair from light sources on a vehicle, a third light cannot be present between these two lights. Therefore, other light presence prohibition area 55 (see Figure 7) is set up, and if another light is present in this area, light 49 and light 53 are not considered a pair (Step 708).

[0040] When all of the above check items have been satisfied, light 49 and light 53 are extracted (in Step 709) as a candidate pair from light sources on the same vehicle (hereafter simply referred to as "pair of lights"), and said symmetry extraction process is terminated. Next, the details of the symmetry tracking in the aforementioned Step 606 will be explained according to the flow chart in Figure 8 and Figure 9 which visually illustrates the processing content. Note that symmetry tracking means the examination of where the pair of lights extracted in the aforementioned Step 605 have moved to in the next image 59 (see Figure 9). The next image 59 is a binary image that is obtained by performing the same processes as in the aforementioned Steps 601 through 603, and that is delayed by the amount of time required for the above-listed processes, from the current image 57 (see Figure 9) from which symmetry was extracted.

[0041] First, to quantify the characteristics of the pair of lights that have been extracted, distance W between the center positions of the two lights on the screen (see Figure 9) and the angle θ formed by the horizontal line and the line segment connecting the center positions (see Figure 9) are computed (Step 801). The vertical-direction length and the horizontal-direction length that have already been measured in the aforementioned Step 604 are also used as quantities indicating the characteristics of this pair. Hereafter, for the lights comprising this pair, the horizontal- and vertical-direction lengths of the right-side light will be denoted as L_{rx} and L_{ry} , respectively, and the horizontal- and vertical-direction lengths of the left-side light will be denoted as L_{lx} and L_{ly} , respectively (see Figure 9 for all). In other words, the processing performed in Step 801 corresponds to the processing performed by the computation means of the invention.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[0042] Next, a horizontal-direction search range is computed in Step 802. This step specifies the horizontal-direction size of the search range to be used for searching in the next image 59 for the lights that correspond to the extracted pair of lights. If that pair is a light source pair, the wider its width W is, farther it should move in the next image 59. Therefore, using a proportional constant of Kx' , $Kx' \cdot W$ is allocated with the mid point (x, y) between the two lights as the center and is specified as the horizontal-direction search range on the next image 59.

[0043] In the succeeding Step 803, the vertical-direction search range is computed in the same manner as in Step 802. That is, using a proportional constant of Ky' , $Ky' \cdot W$ is allocated with the mid point (x, y) as the center and is specified as the vertical-direction search range on the next image 59. Next in Step 804, the search range in the next image 59 is corrected by taking up-down and left-right movements into consideration. When camera 11 is mounted on a vehicle, it is presumed that pitching and rolling of vehicle 3 shift the positions of light source pairs within the screen for each image. Therefore, by denoting the up-down and left-right movements of a pair within the image as Δy and Δx , respectively, $Kx' \cdot W + \Delta x$ and $Ky' \cdot W \Delta y$ [sic] are specified as the new horizontal-direction search range and the new vertical-direction search range, respectively. When both the horizontal- and vertical-direction search ranges have been specified in Steps 802 through 804 as explained above, a rectangular search range 61 as shown in Figure 9 is generated.

[0044] Next in Step 805, a pair in the next screen is extracted, whose mid-point between two lights is positioned in search range 61 in the next image 59. For example, in Figure 9, a pair whose mid-point is located at coordinates (x', y') inside search range 61 is extracted. For a pair extracted in this way, quantities that indicate its characteristics are extracted (Step 806). That is, using the same process as that used in Step 801, distance W' between the centers and slope θ' (see Figure 9 for both) are computed, and the right-side light's horizontal-direction length Lrx' and vertical-direction length Lry' as well as the left-side light's horizontal-direction length Llx' and vertical-direction length Lly' are computed at the same time (see Figure 9 for all).

[0045] Next, the size of the right light is checked in Step 807. If the pair extracted in the next image 59 and having its mid-point at (x', y') is what the light source pair having its mid-point at (x, y) in the current image 57 becomes after a move, the size of the right light should not change abruptly. For example, by setting up proportional constants $KLrxmax$ and $KLrxmin$ for the horizontal direction, whether or not $KLrxmax \cdot Lrx \geq Lrx' \geq KLrxmin \cdot Lrx$ is satisfied is checked. Likewise, whether or not the vertical-direction is within the tolerance is also checked.

[0046] Next, the size of the left light is checked in Step 808. This is based on the same concept as that used for checking the size of the right light; and for the vertical direction, proportional constants $KLrymax$ and $KLrymin$ are set up, and whether or not $KLrymax \cdot Lry \geq Lry' \geq KLrymin \cdot Lry$ is satisfied is checked. Likewise, whether or not the horizontal direction is within the tolerance is also checked.

[0047] Furthermore, the slope of the pair is checked in Step 809. If the pair extracted in the next image 59 and having its mid-point at (x', y') is what the pair extracted in the current image 57 and having its mid-point at (x, y) becomes after a move, the slope of the pair should not change abruptly. Therefore, by setting up proportional constants $K\theta max$ and $K\theta min$, whether or not $K\theta max \cdot \theta \geq \theta' \geq K\theta min \cdot \theta$ is satisfied is checked.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[0048] A pair that satisfies all the checks in Steps 807 through 809 is selected as a pair of light sources belonging to the same vehicle (Step 810), and this process of tracking light symmetry is terminated. Figure 10 shows an example of switching headlights 15 according to the processes that have been explained along Figures 4 through 9. This figure shows the process in which the headlights, that have been switched to the low beam when an oncoming vehicle was approaching, are switched to the main beam when the oncoming vehicle is no longer detected; and when an oncoming vehicle is detected again and its distance from the vehicle in which said vehicle recognition device is installed reaches approximately 170 meters, the headlights are switched to the low beam again.

[0049] Because the aforementioned method can obtain the brightness information that is ahead of the vehicle as an image, i.e., 2-dimensional data, in Step 601, the sizes of the lights appearing as bright spots on this image can be computed in Step 604. The sizes of lights thus computed are checked for approximate matching in Steps 705 and 706, and therefore streetlights, decorative lights, etc. whose bright areas have different sizes are excluded.

[0050] Moreover, during the pairing attempt, a second light is searched for after defining (in Step 702) a horizontal-direction search range based on the size of light 49 which is used as the reference, and therefore two lights that are too far apart to belong to light sources on another vehicle are excluded from search targets, thus making the search more efficient.

[0051] Furthermore, since angle areas are defined in Step 703 to require that the slope of the line segment connecting two lights be approximately horizontal, lights are excluded if their slope of the aforementioned line segment is too large to belong to light sources on another vehicle (Steps 705 and 706), thus making the search more efficient. Therefore, even if a bright area formed inside the image by a streetlight, etc. happens to have the same size as a light from another vehicle, this search range setting will most likely exclude such streetlight, etc.

[0052] Moreover, because presence prohibition area 55 is set up (in Step 707) and light sources that has another light in this area are excluded (in Step 708), there is already an extremely high probability at this stage that the two lights belong to light sources on another vehicle. This pair having an extremely high probability of belonging to light sources on another vehicle is tracked in the next image 59, and its behavior is examined (in Step 606). Therefore, even if a bright area formed by a streetlight, etc. has cleared the aforementioned checks after the processes through Step 605 have been completed, that bright area can be excluded by examining its behavior.

[0053] For example, suppose that a bright area formed inside an image by a streetlight happens to have approximately the same size as a bright area formed by a light from another vehicle, that the distance to this light happens to be also appropriate as a distance between headlights or tail lamps of a vehicle, that the angle formed by the line segment connected to said light also happens to be approximately horizontal, and that the streetlight is extracted as one of the light comprising a pair of lights, as a result. Even in such a case, the streetlight exhibits a behavior that is completely different from those of other vehicles' lights, and thus will not be regarded as a light from another vehicle. An example of a completely different behavior is provided below. For example, a pair of lights from light sources on another vehicle will move inside the image while maintaining the slope between the two light sources approximately horizontal in the next image 59 as well. In contrast, a streetlight is moving at a different relative speed from a vehicle, and thus the aforementioned slope gradually increases. Consequently, the streetlight will be caught by the check in Step 809 and can be excluded.

[0054] Tracking of light source pairs in the next image 59 is carried out by searching for the mid-point of the two lights comprising a light source pair. Since search range 61 is set up also for this search, tracking can be performed efficiently. That is, search range 61 is defined in the horizontal and vertical directions in Steps 802 and 803, respectively, in correspondence to distance W between the two light sources comprising the light source pair, and therefore, the allowable movement range in the next image 59 can be set up according to the size of the light source pair. Consequently, those light source pairs that move too far can be excluded from search targets.

[0055] Moreover, since left-right movements Δx and up-down movements Δy caused by pitching and rolling of vehicle 3 have been incorporated into this search ranges 61, searching can be performed even if vehicle 3 rocks. That is, headlight angle automatic switching device 1 determines whether or not lights belong to other vehicles based on the

sizes of the lights ahead of vehicle 3, the distance between two lights, whether or not the line segment connecting the two lights is horizontal, as well as the behaviors of the two lights inside images, and thus does not mistakenly recognize streetlights, decorative lights, etc. and does not cause headlights 15 to be switched too frequently.

[0056] An explanation has been provided above for headlight angle automatic switching device 1 to which the nighttime vehicle recognition device according to the invention has been applied. However, the invention is not limited in its application to the aforementioned example and can be implemented in various formats. For example, the invention was applied to headlight angle automatic switching device 1 in the aforementioned working example, but can also be applied to a device that warns of an approaching oncoming vehicle. That is, it is possible to configure a device that alerts the driver using sound, etc. when an oncoming vehicle is detected. Such a device would make nighttime driving safer.

[0057] It is also possible to configure a device that detects the distance to the preceding vehicle and alerts the driver using sound, etc. when that distance becomes too short. Such a device would make nighttime driving safer. Furthermore, if W_c is defined as the apparent width of the target pair on the screen $(L_{lx}/2) + W + (L_{rx}/2)$, the rate of change in W_c per unit time, dW_c/dt , is proportional to the relative speed of the pair to the image-capturing position of the camera. Therefore, if K_w is defined as the proportional constant determined by the magnification of the camera system, $K_w \cdot dW_c/dt$ becomes the speed of the vehicle measured from the installation position of the camera. This can be utilized by a nighttime vehicle speed measurement device.

[0058] In the aforementioned working example, it was explained that the next image 59 is input anew in order to track the lights that form a pair. However, instead of using such a method, it is also possible to input the image using only the process that is equivalent to the aforementioned Step 601. In such a case, no symmetry tracking is performed for the image that is input first, for example, and symmetry tracking can be performed for subsequent images by comparing them to the previously input image.

[0059] The processes in Steps 807 through 809 check the extracted pairs, and it is also possible to additionally check the distance between the light sources that comprise a pair. For example, by defining W' as this distance and K_{Wmax} and K_{Wmin} as proportional constants, whether or not $K_{Wmax} \cdot W' \geq W' \geq K_{Wmin} \cdot W$ is satisfied is checked. Such a process will eliminate mistaken recognition of those light sources that satisfy the checks in Steps 807 through 809 but whose W' is too wide to belong to light sources on a vehicle.

[Brief explanation of drawings]

[Figure 1] A block diagram illustrating the nighttime vehicle recognition device according to the invention.

[Figure 2] A schematic configuration diagram showing the overall configuration of a headlight angle automatic switching device 1 which is a working example of the invention.

[Figure 3] A diagram illustrating the internal configuration of ECU 13 of the working example.

[Figure 4] A flow chart illustrating the processes performed by ECU 13 of the working example.

[Figure 5] A diagram visually showing how the binary image stored in binary image memory 33 is changed by the processing performed by ECU 13 of the working example.

[Figure 6] A flow chart illustrating the light symmetry extraction process in the working example.

[Figure 7] A diagram explaining the symmetry extraction process in the working example.

[Figure 8] A flow chart illustrating the symmetry tracking process in the working example.

[Figure 9] A diagram explaining the symmetry tracking process in the working example.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[Figure 10] A graph showing an example of how oncoming vehicles are recognized and how headlights 15 are switched by headlight angle automatic switching device 1 of the working example.

[Explanation of symbols]

- 1 ... Headlight angle automatic switching device
- 3 ... Vehicle
- 5 ... Image ahead
- 11 ... Camera
- 13 ... ECU
- 15 ... Headlights
- 21 ... CPU
- 33 ... Binary image memory
- 49 ... Reference light
- 51a, 51b ... Search ranges
- 53 ... Light that has been found
- 55 ... Presence prohibition area
- 57 ... Current image
- 59 ... Next image
- 61 ... Search range
- 101 ~ 106 ... Images

[Figure 1]¹

- #1 Image-capturing means
- #2 Light source extraction means
- #3 Image storage means
- #4 Image storage area
- #5 Vehicle recognition means

[Figure 2]

- #1 Camera 11
- #2 Vehicle 3
- #3 Headlights 15
- #4 Main beam
- #5 Low beam
- #6 Nighttime image ahead of vehicle 5

[Figure 7]

- #1 Other light presence prohibition area 55

¹ IL Note – Please refer to numbered original for all figure legends.

[Figure 3]

- #1 Headlight-switching signal
- #2 CPU bus
- #3 Binary threshold value generation circuit
- #4 3 x 3 filter operation LSIs
- #5 3 x 3 filter data ROM
- #6 RAM for DSP
- #7 Binary threshold value signal
- #8 Comparator
- #9 Image signal
- #10 Binary image signal
- #11 Image bus
- #12 Binary image memory

[Figure 5]

- #1 Binary conversion
- #2 Outline extraction
- #3 Light size computation
- #3b
 - Horizontal length
 - Vertical length
- #4 Symmetry extraction
- #5
 - Symmetry tracking
 - a. Preceding vehicle 2
 - b. Oncoming vehicle 2
 - c. Preceding vehicle 1
 - d. Oncoming vehicle 1
 - #6
 - Computation of distance to the vehicle
 - a. Computes distance based on the width of the pair.



InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[Figure 4]

```
(START)
  |
  [Inputs an image.] -- 601
  |
  [Converts the input image into binary data.] -- 602
  |
  [Extracts the outline of the image that has been converted into binary data.] -- 603
  |
  [Computes light size.] -- 604
  |
  [Extracts light symmetry.] -- 605
  |
  [Tracks symmetry.] -- 606
  |
  [Computes distance.] -- 607
  |
  [Switches headlights.] -- 608
  |
  (STOP)
```

[Figure 6]

```
(START)
  |
  [Uses the larger of the horizontal-direction length Lx or the vertical-direction length Ly of the light as L.] -- 701
  |
  [Sets the horizontal-direction search range to a value proportional to L. (Horizontal-direction search range = K:L)] -- 702
  |
  [Sets the vertical-direction search range to a certain value (e.g., 16 degrees)] -- 703
  |
  [Extracts lights whose center positions are located inside the search range.] -- 704
  |
  [Checks the horizontal-direction size. ( $KLx_{max} \cdot Lx \geq Lx' \geq KLx_{min} \cdot Lx$ )] -- 705
  |
  [Checks the vertical-direction size. ( $KLy_{max} \cdot Ly \geq Ly' \geq KLy_{min} \cdot Ly$ )] -- 706
  |
  [Sets up other light presence prohibition area.] -- 707
  |
  [Checks whether or not the center point is located in the presence prohibition area.] -- 708
  |
  [Extracts as a pair of lights.] -- 709
  |
  (STOP)
```



InterLingua
(310)792-3636/Fax(310)792-3642

[Figure 10]

#1 Distance to the vehicle [m]
#2 Headlight
#3 Low beam
#4 Main beam
#5 Low beam
#6 Preceding vehicle
#7 Oncoming vehicle
#8 Oncoming vehicle
#9 Oncoming vehicle
#10 Oncoming vehicle

Time [s]

[Figure 8]

(START)

|
[Extracts the characteristics of a pair.] -- 801

|
[Computes the horizontal-direction search range in the next screen. $Kx' \cdot W$] -- 802

|
[Computes the vertical-direction search range in the next screen. $Ky' \cdot W$] -- 803

|
[Corrects the search ranges in the next screen by taking up-down and left-right movements into consideration. $Kx' \cdot W + \Delta x$ and $Ky' \cdot W + \Delta y$] -- 804

|
[Extracts a pair in the next screen, whose center position is located inside the search range in the next screen.] -- 805

|
[Extracts the characteristics of the pair whose center position is located inside the search range.] -- 806

|
[Checks the size of the right light. $KLrxmax \cdot Lrx \geq Lrx' \geq KLrxmin \cdot Lrx$] -- 807

|
[Checks the size of the left light. $KLrymax \cdot Lry \geq Lry' \geq KLrymin \cdot Lry$] -- 808

|
[Checks the slope of the pair. $K\theta max \cdot \theta \geq \theta' \geq K\theta min \cdot \theta$] -- 809

|
[Selects a pair in the next screen.] -- 810

|
(STOP)

[Figure 9]

Δx : Left-right movements

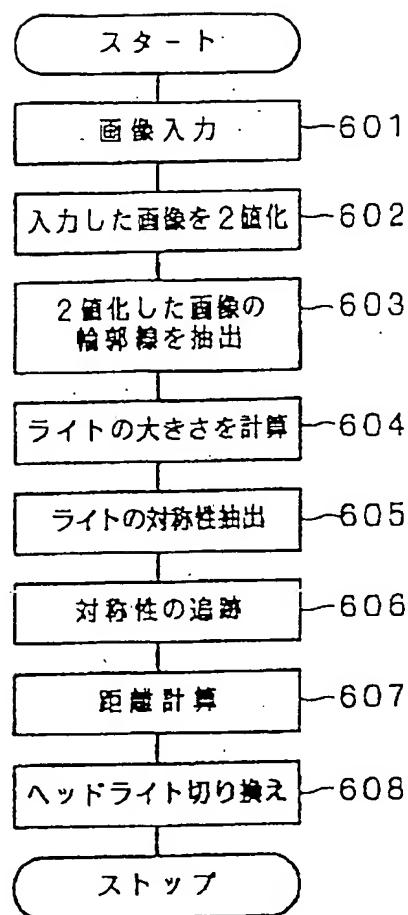
Δy : Up-down movements



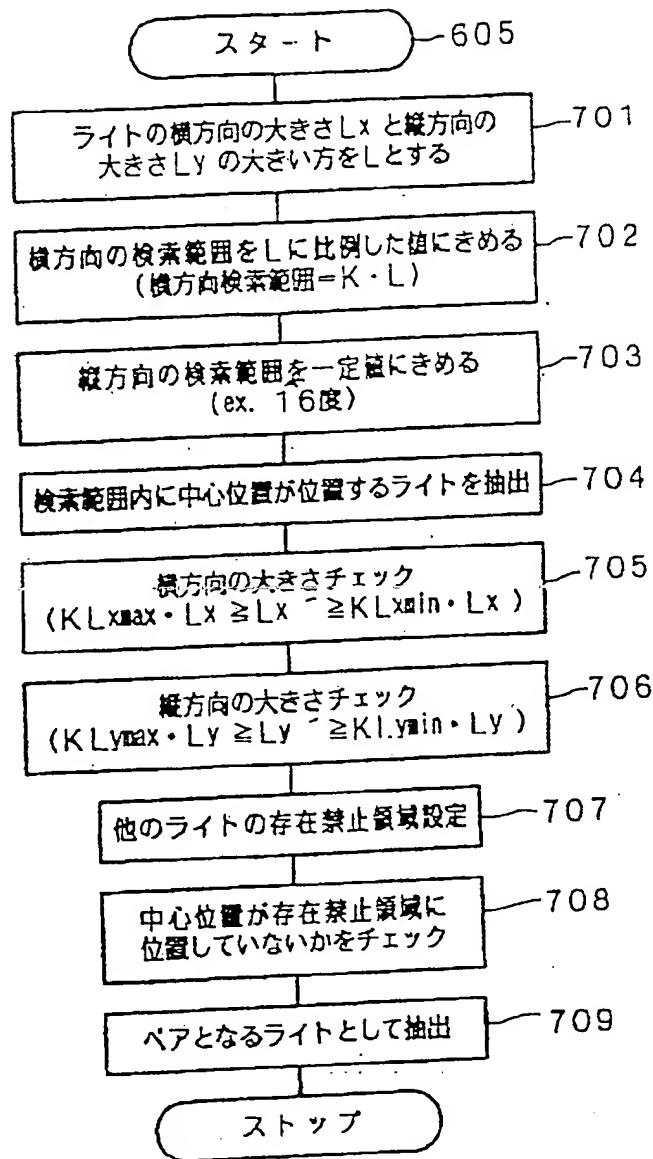
InterLingua

(310)792-3636/Fax(310)792-3642

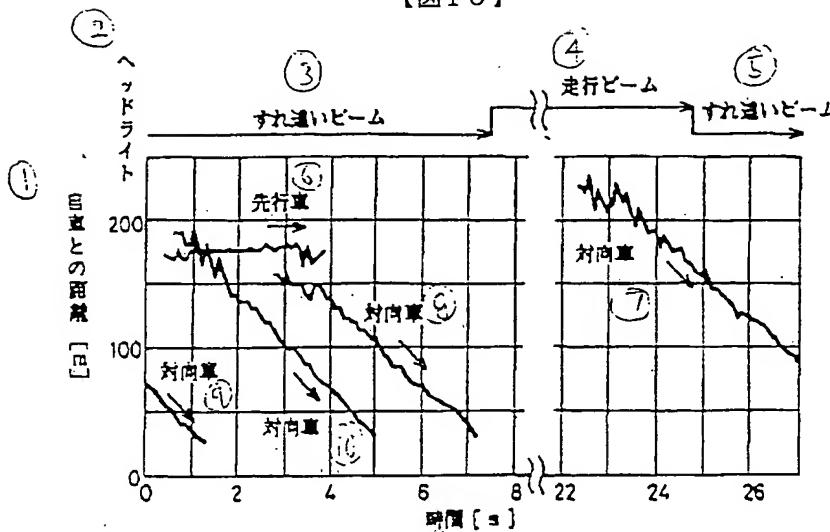
【図4】



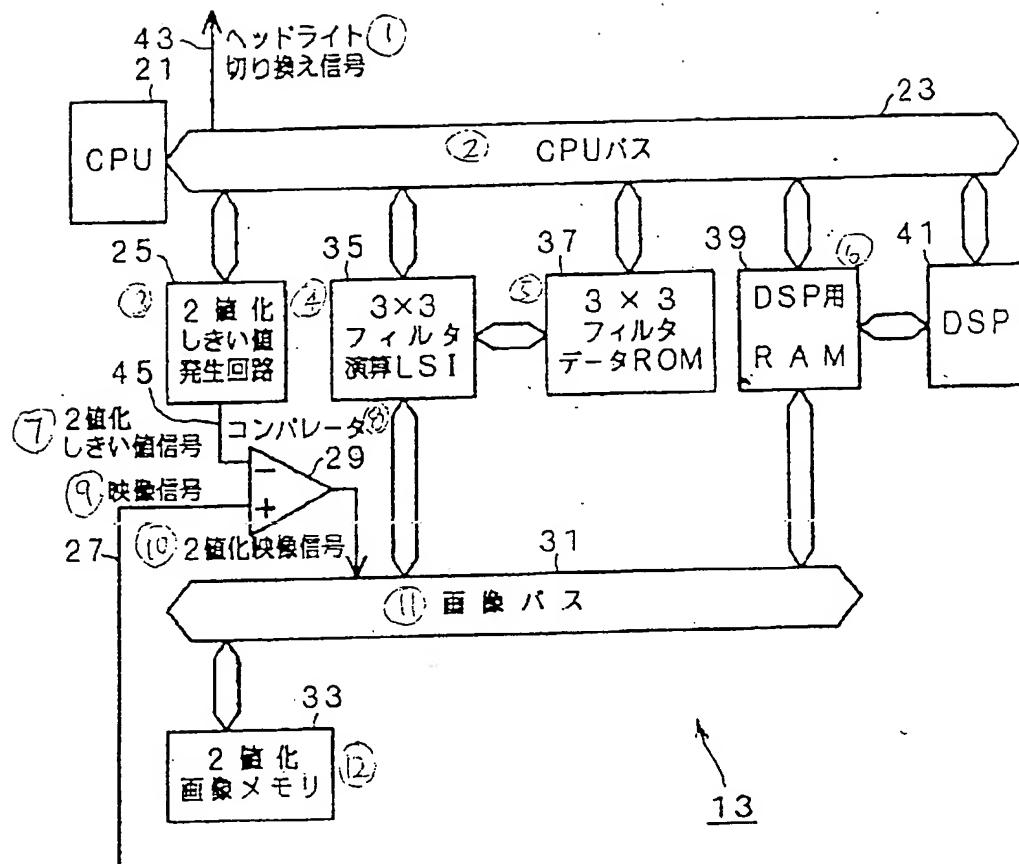
【図5】



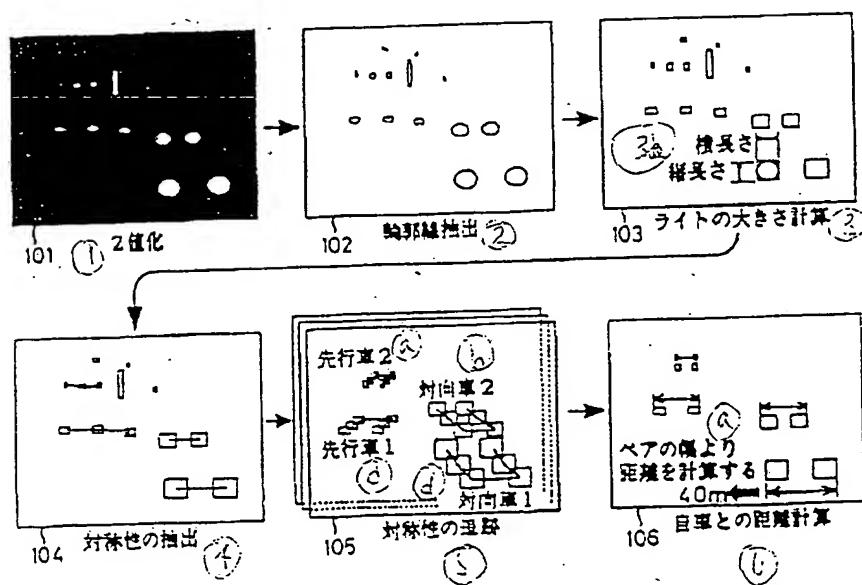
【図10】



【図3】



【図5】



CERTIFICATION

I, H. Ken Kondo, hereby declare that I am a professional translator experienced in translating patents and technical publications, and that the foregoing is a true and accurate translation of Japanese patent Hei 8-166221 to the best of my knowledge.



H. KEN KONDO